

# СТРУКТУРНЫЕ И ФАЗОВЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ ПРИ КОМПЛЕКСНОЙ ОБРАБОТКЕ СТАЛИ P18

*Черноиваненко Е.А.*

*Руководитель – проф., д.т.н. Губенко С.И.*

Национальная металлургическая академия Украины, г. Днепропетровск,  
ekmovchan@yandex.ru

Известно, что основными показателями структуры и свойств быстрорежущих сталей, влияющих на работоспособность инструмента являются карбидная неоднородность, вторичная твердость и теплостойкость. Управление этими параметрами возможно, как при модификации существующих технологий, так и при разработке новых решений.

Принципиально новым подходом к процессу производства режущего инструмента следует отнести способ комплексной химико-термической обработки, который включает обезуглероживающий отжиг литой быстрорежущей стали и последующее науглероживание, что обеспечивает сочетание высокой твердости рабочего слоя с достаточной прочностью основы [1]. В результате получается оптимальное сочетание необходимых свойств, зачастую недостижимых за счет легирования, что обеспечивает получение инструмента повышенной эксплуатационной стойкости.

Материалом для исследования послужила литая быстрорежущая сталь P18 с повышенным содержанием углерода (~2%), которую выплавляли в алуновом тигле в инертной атмосфере в печи Таммана. Обезуглероживание литых образцов производили в два этапа: вначале образцы выдерживали при температуре 1030 °C в течение 1,5 часа, затем осуществляли выдержку в твердо-жидком состоянии при температуре 1200 °C в течение 2 часов, что позволяет получить чисто ферритную структуру на поверхности (рис.1, а). Режимы обработки исследовали в работах [2-3]. Толщина ферритного слоя после обезуглероживания по двум режимам составляет 1-1,2 мм.

В условиях обезуглероживания аустенит приповерхностного слоя, теряет углерод и перекристаллизуется в феррит. В результате образуется однофазная зона и создаются условия для собирательной рекристаллизации вследствие направленной миграции границ ферритных зерен в сторону сердцевины, что способствует увеличению размеров зерен. Скорость роста столбчатых кристаллов, происходящего в направлении, противоположном диффузии углерода, определяется условиями диффузии углерода в феррите и равна скорости роста обезуглероженного слоя. Если возможная скорость миграции границ зерен больше или, по крайней мере, равна скорости роста обезуглероженного слоя, становится возможным формирование столбчатых кристаллов.

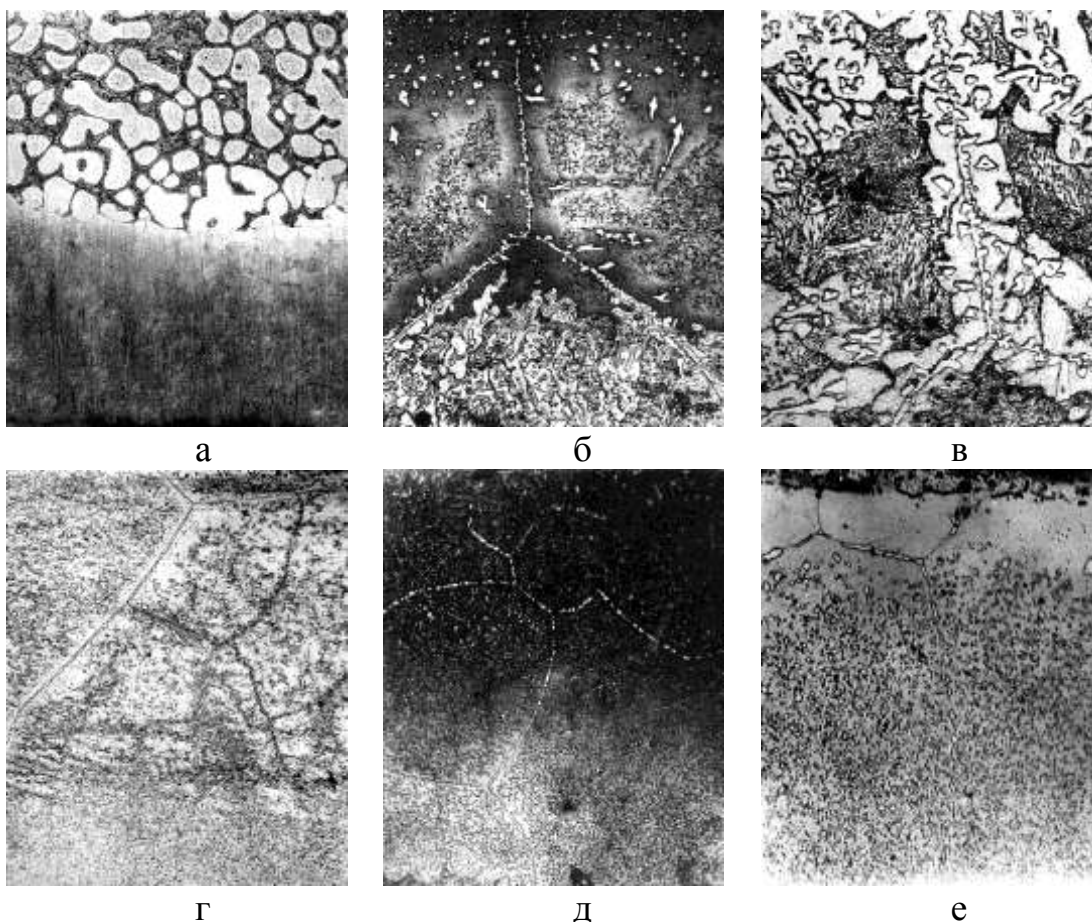


Рис.1. Структура поверхностного слоя литого сплава Р18 после комплексной химико-термической обработки; а – обезуглероженный слой, б, в – науглероживание при 1150 °С, г – науглероживание при 1180 °С, д – науглероживание при 1200 °С, е – науглероживание при 1220 °С; а – х50, б, г, д, е – х200, в – х500

Науглероживание проводили при температурах 1150, 1180, 1200 и 1220 °С в течение 1 часа в газовой среде типа «инертный газ + пропан» с различным содержанием газовых составляющих.

Согласно изотермическому разрезу тройной диаграммы состояния Fe-W-C (рис. 2) науглероживание при указанных температурах для стали Р18 (отмечено пунктиром) приводит к выделению карбидов  $M_6C$ , которое предшествует  $\alpha \rightarrow \gamma$  перекристаллизации.

Структура диффузионного слоя после науглероживания при 1150 °С представлена на рис. 1б. Для зарождения карбидов эффективными являются различные дефекты кристаллического строения и прежде всего границы зерен, где и наблюдается выделение карбидов. При этом возможно образование пограничной карбидной сетки. Повышение содержания углерода приводит к дальнейшему выделению карбидов и обеднению феррита углеродом до т. а (рис. 2). Вблизи ранее образовавшихся карбидов происходит превращение  $\alpha \rightarrow \gamma + K$ , которое осуществляется абнормальным путем. При этом на некотором удалении от границ зерен происходит

кооперативный распад феррита с образованием колониальных структур (рис. 1в).

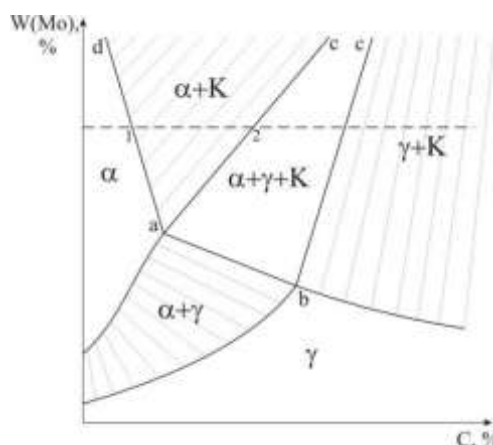


Рис. 2. Схема изотермического сечения тройной диаграммы состояния Fe-W-C

Науглероживание при температурах 1180 и 1200 °С приводит к формированию глобулярных включений карбидов (рис. 1 г,д). Чем ближе к поверхности образца, тем карбидных включений становится больше, но размеры их мельче. Включения карбидов равномерно распределены в объеме зерен и на границах. При недостаточном углеродном потенциале выделение карбидов осуществляется за счет атомов углерода поступающих из сердцевины образца к поверхности, при этом включения крупнее у поверхности из-за снижения скорости роста (рис. 1е).

Применение комплексной химико-термической обработки может быть эффективным для совершенствования структур в железных сплавах эвтектического типа в связи с особыми условиями зарождения и роста аустенитно-карбидных формирований при науглероживании в твердом состоянии.

#### Список источников

Комплексная химико-термическая обработка инструмента из литой быстрорежущей стали Р6М5 / Губенко С.И., Мовчан А.В., Бачурин А.П., Черноиваненко Е.А. // Строительство, материаловедение, машиностроение: Сб. научн. трудов. Вып. 58. - Дн-вск, ПГАСА, 2011. – С. 216-218.

Обезуглероживание литой быстрорежущей стали как предварительная операция для ХТО / Губенко С.И., Бачурин А.П., Мовчан Е.А. // Строительство, материаловедение, машиностроение: Сб. научн. трудов. Вып. 45, ч. 3, - Дн-вск, ПГАСА, 2008. – С. 52-58.

Структурные и химические изменения в приповерхностном слое стали Р18 при обезуглероживании / Мовчан Е.А., Губенко С.И., Бачурин А.П. // Строительство, материаловедение, машиностроение: Сб. научн. трудов. Вып. 48, ч. 1, - Дн-вск, ПГАСА, 2009. – С. 142-145.